

(51)Int.Cl.⁸

識別記号 庁内整理番号

F I

G 0 1 C 19/72

F 9402-2 F

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 9 頁)

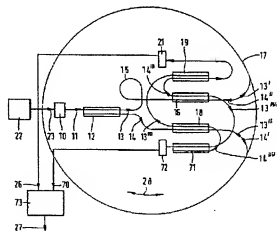
(21)出願番号 特願平5-504820
 (86)(22)出願日 平成4年(1992)8月20日
 (85)翻訳文提出日 平成6年(1994)3月2日
 (86)国際出願番号 PCT/DE92/00695
 (87)国際公開番号 WO93/05364
 (87)国際公開日 平成5年(1993)3月18日
 (31)優先権主張番号 P 4 1 2 9 0 8 5 . 2
 (32)優先日 1991年9月2日
 (33)優先権主張国 ドイツ(DE)
 (81)指定国 EP(AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, SE), JP, US.

(71)出願人 ローベルト ボツシュ ゲゼルシャフト
 ミット ベシュレンクテル ハフツング
 ドイツ連邦共和国 D-7000 シュツット
 ガルト 30 ボストファッハ 300220
 (72)発明者 ドラバレク、バウヴェル
 ドイツ連邦共和国 D-7257 ディツィン
 ゲン ミュンヘン ガー シュトラーセ
 44/3
 (74)代理人 弁理士 矢野 敏雄 (外3名)

(54)【発明の名称】 回転運動に対する光学的センサ

(57)【要約】

回転運動に対する光学的センサが提案される。このセンサは、少なくとも時折、投入接続される半導体レーザ(10)を含む。このレーザの周波数変調されたビーム(11, 50)は2つの部分ビーム(13, 14; 51, 52)へ分割される。部分ビームはそれぞれリング状の光ファイバ装置(17)を互いに反対方向へ走行し、続いて出力結合された信号(13'', 14''; 51'', 52'')として重畳されて光検出器(21)へ導かれる。光検出器は出力結合(26, 58)を送出する。この信号は所定のヘテロダイン周波数を有し、その基準信号に対する位相は装置(17)の回転レートの測定を可能にする。本発明によるセンサは一体化される光学部材として構成される。全体の光学的ビームは光ファイバで案内される。本発明によるセンサはファイバジャイロスコープまたは回転レートセンサとして最適である。



1. 回転運動に対する光学的センサであって、該センサは、

レーザビーム源（１０）を有し、

レーザ（１０）から送出されるビーム（１１）を第１および第２部分ビーム（１３、１４）に分割する手段（１２）を有し、

リング状の光ファイバ装置（１７）を有し、該装置において第１の部分ビーム（１３'）が第１の方向へ入力結合され、さらに第２の部分ビーム（１４'）が第１の方向とは逆の方向へ入力結合され、さらに光検出器（２１）を有し、該光検出器に、前記の装置（１７）から出力結合された部分ビーム（１３''、１４''）が導びかれる形式の光学的センサにおいて、

第１のビームカプラー（１６）が第１の部分ビーム（１３）のビーム路に設けられており、第２のカプラー（１８）が第２の部分ビーム（１４）のビーム路に設けられており、

第１のカプラー（１６）が、前記の装置（１７）を進行する第２の出力結合されるべき部分ビーム（１４'）を出力結合するために設けられており、さらに第２のカプラー（１８）が、前記の装置（１７）を進行する第１の出力結合されるべき部分ビーム（

サにおいて、

第１のビームカプラー（１６）が第１の部分ビーム（５１）のビーム路に設けられており、第２のビームカプラー（１８）が第２の部分ビーム（５２）のビーム路に設けられており、

第１のカプラー（１６）が、前記の装置（１７）を進行する第２の出力結合されるべき部分ビーム（５２'）を出力結合するために設けられており、さらに第２のカプラー（１８）が、前記の装置（１７）を進行する第１の出力結合されるべき部分ビーム（５２'）を出力結合するために設けられており、

第１または第２の部分ビーム（５１、５２、５１''、５２''）に対して光学的検出素子（１５）を設けられており、

第１および第２のカプラー（１６、１８）の間に光学的短絡路（５３）が設けられており、該短絡路は第１の部分ビーム（５１）の一端を第１の基準ビーム（５１'）として第２のカプラー（１８）を介して光検出器（２１）へ導びき、さらに前記の短絡路は第２の部分ビーム（５２）の一端を第２の基準ビーム（５２'）として第１のカプラー（１６）を介して光検出器（２１）へ導びき、

実装部（５５）が、レーザ（１０）から送出されたビーム（５０）の周波数を変換するために設けられており、

（１３'）を出力結合するために設けられており、第１のまたは第２の部分ビーム（１３、１４、１３''、１４''：５１、５２）に対して光学的検出素子（１５）が設けられており、

レーザ（１０）のビーム（１１）の周波数を変換するための変調器（２２）が設けられており、

さらに位相比較器（２５）が設けられており該位相比較器は、実測信号（３３）に相応する信号（２４）と光検出器（２１）から送出された信号との間の位相差を求め、さらに該位相差から前記の装置（１７）の回転レートを求めることを特徴とする、回転運動に対する光学的センサ。

2. 回転運動に対する光学的センサであって、該センサは、

レーザビーム源（１０）を有し、

レーザ（１０）から送出されるビーム（１１）を第１および第２部分ビーム（５１、５２）に分割する手段（１２）を有し、

リング状の光ファイバ装置（１７）を有し、該装置において第１の部分ビーム（５１'）が第１の方向へ入力結合され、さらに第２の部分ビーム（５２'）が第１の方向とは逆の方向へ入力結合され、

さらに光検出器（２１）を有し、該光検出器に、前記の装置（１７）から出力結合された部分ビーム（５１''、５２''）が導びかれる形式の光学的センサにおいて、

レーザ（１０）は第１の所定の時間間隔の間は投入され続けられており、さらに第２の所定の時間間隔（５４）の間は遮断されてあり、

位相比較器（５７）が設けられており、該位相比較器は、第１の時間間隔（５３）の間中に光検出器（２１）から送出される信号（５８）と、第２の時間間隔（５４）の間中に送出された信号（５８）との間の位相差を求め、該位相差から回転レートを測定することを特徴とする、回転運動のための光学的センサ。

3. 回転運動に対する光学的センサであって、該センサは、

レーザビーム源（１０）を有し、

レーザ（１０）から送出されるビーム（１１）を第１および第２部分ビーム（１３、１４）に分割する手段（１２）を有し、

リング状の光ファイバ装置（１７）を有し、該装置において第１の部分ビーム（１３'）が第１の方向へ入力結合され、さらに第２の部分ビーム（１４'）が第１の方向とは逆の方向へ入力結合され、

さらに光検出器（２１）を有し、該光検出器に、前記の装置（１７）から出力結合された部分ビーム（１３''、１４''）が導びかれる形式の光学的センサにおいて、

第１のビームカプラー（１６）が第１の部分ビーム（

ム(13)のビーム路に設けられており、第2のカブラー(18)が第2の部分ビーム(14)のビーム路に設けられており、

第1のカブラー(15)が、装置(17)を進行する第2の出力結合されるべき部分ビーム(14')を出力結合するために設けられており、第2のカブラー(18)が装置(17)を進行する第1の出力結合されるべき部分ビーム(13')を出力結合するために設けられており、

さらに第1のまたは第2の部分ビーム(13、14)が光学的遅延素子(15)を有しており、

さらに第1のカブラー(16)から第1の部分ビーム(13)の一部を第1の基準ビーム(13")として出力結合し、第2の部分ビーム(14)の一部を第2の基準ビーム(14")として出力結合し、

基準ビーム(13", 14")が基準-光検出器(72)へ導かれ、

位置比較器(73)が設けられており、該位置比較器は、光検出器(71)からおよび基準-光検出器(72)から送出される信号(26、70)との間の位相を求めて、この信号から装置(17)の回転レートを測定することを特徴とする、回転運動に対する光学的センサ。

4. 光学的ビーム(13、13', 13", 13",

明 細 書

回転運動に対する光学的センサ

従来技術

本発明は、請求項1、2および3の上位概念に示された回転運動に対する光学的センサに関する。刊行物1, BDATE und 5, SAWVIAHA, "Drift reduction in an optical heterodyne fiber gyro", Applied Optics, Vol. 29, No. 9, 20, 3, 1990, S. 1345-1349にこの種の光学的センサが示されている。この公知のセンサは、ジャイロスコープにおいて用いられるサニヤック(Sagnac)効果にもとづく。レーザダイオードにより発生されるビームは格子およびビームスプリッタにより2つの部分ビームに分断され、続いてリング状に設けられた光ファイバーへ入力結合される。一方の部分ビームはファイバーを時計方向へ進行し、他方の部分ビームは反時計方向へ進行する。ファイバーから出力結合されたビームはビームスプリッタを案内されて非相関光学的検出器へ入射する。検出器はこれらのビームを重畳する。格子および非相関光学的検出器-それらの両方は同一である-はビームスプリッタに対称的に配置されている。光検出器は、ファイバーの中を時計方向に回転するビームの回折されない部分を受信する。この場合、ビーム

13", 14, 14', 14", 14", 14", 51, 51', 51", 51", 51", 52, 52', 52", 52", 52", 11, 50)を光ファイバーで案内する、前記請求の範囲各項記載のうちいずれか1に記載のセンサ。

5. 第3のカブラー(19)が、出力結合されたビーム(13", 14", 51", 52")を重畳するために設けられている、前記請求の範囲各項記載のうちいずれか1に記載のセンサ。

6. 第4のカブラー(71)が、第1の基準ビーム(13")と第2の基準ビーム(14")とを重畳するために設けられている、該請求の範囲3から5までのいずれか1項記載のセンサ。

7. 第1の時間間隔(63)と第2の時間間隔(64)とが少なくとも近似的に等しい長さである、請求の範囲1および4から5までのいずれか1項記載の装置。

8. 手段(12)として第4のカブラーが設けられている、前記請求の範囲各項記載のうちいずれか1に記載のセンサ。

9. レーザビーム路(10)が半導体レーザである、前記請求の範囲各項記載のうちいずれか1に記載のセンサ。

の遅延数は半導体レーザビームの遅延数に等しい。さらに光検出器は、ファイバーを反時計方向に回転するビームの回折された部分を受信する。このビームの遅延数は、半導体レーザにより発生されたビームから、非相関光学的検出器により発生された遅延数だけ変位されている。光検出器は出力信号として、変位された遅延数-ヘテロダイン周波数と称される-を送出する。光ファイバーの端部が、光検出器から運出された信号と、非相関光学的検出器を解調する信号との間の位相遅延を知らせる。

前記の刊行物の著者の認めていることは、この従来の上述の、回転運動に対する光学的センサは、非相関光学的検出器の周波数ドリフトに起因するゼロ点の安定性に欠けて、欠点を有することである。そのためこの公知の装置の演算例において、リング状に設けられた光ファイバーに対して光学的遅延路を形成する基準路が設けられる。この遅延路は測定効果に対して影響を与えない。測定シーケンスは2つの時間間隔に分断されている。第1の間隔はリング状に設けられた光ファイバーを通る光ビームの進行時間よりも短くする必要がある。この第1の間隔において光検出器の出力信号の位相が記憶される。この場合、光学的遅延路を通る両方の部分ビームは実質的に時間の遅延なく進行する。第2の間隔において、リング状の光ファイバーから出力結合された部分ビーム-これはこのファイバー

を進行してしまつた一は、光検出器により受信される。第2の距離において得られた光検出器信号の位相と、第1の距離において得られた光検出器信号の位相とを比較することにより、測定結果が求められる。

本発明の距離は、簡単な手段で実装できる、回転運動に対する光学的センサを提供することである。

この距離は図1の範囲1、2および3の特徴部分に示された構成により解決されている。

発明の要旨

本発明によるセンサの第1の実施例によれば第1のビームカブラーが、リング状の光ファイバを進行する第2の部分ビームを出力結合するために、およびこのファイバの中へ入力結合されるべき部分ビームを案内するために設けられており、ならびに第2のカブラーが、リング状の光ファイバを進行する第1の部分ビームを出力結合するために、およびファイバの中へ入力結合されるべき第2の部分ビームを案内するために設けられている。出力結合されたこれらの部分ビームは重畳されて光検出器へ導かれる。簡単に述べられる、光検出器から送出された信号は、両方の出力結合されたビームが次のような周波数差を有する時に、得られる。この周波数差は、両方の出力結合されたビームが重畳される場合に例えばKilohertzまたはMHz範囲に存在する周波数差を形成させる。この周波数差はレーザビーム間の周波数の変動によりおよび

カブラーと第2のカブラーとの間にビーム路が設けられており、このビーム路が第1の部分ビームを第2のカブラーを介して、および第2の部分ビームを第1のカブラーを介して光検出器へ導く。このビーム路は簡単に述べた公知技術において設けられている高導路に相当する。しかしこの別の構成ならびにビーム案内は互いに著しく異なる。この実施例の場合、レーザのビーム周波数を案内する装置ならびに光学的遅延素子が、両方の部分ビームの一方の中に設けられている。周波数差測定のほかにレーザの別の作動形式が設けられている。この場合レーザは第1の所定の時間中は投入接続されており、さらに第2の所定の時間中は遮断されている。設けられている位相比較器は、第1の時間中に光検出器から送出される信号と、第2の時間中に送出される信号との間の位相差を求める。

この実施例が第1の実施例よりも優れている点は、位相差の検出の場合、光検出器から送出される信号だけが使用されることにある。先の区間へ作用することのある雑音の影響は結果に影響を与えない。

本発明によるセンサの第3の実施例によれば、第1のカブラーから第1の部分ビームの一部が第1の基準ビームとして出力結合され、第2のカブラーから第2の部分ビームの一部が第2の基準ビームとして出力結合される。両方の基準ビームは高導路へ光検出器へ導かれる。位相比較器が設けられる。この位相比較器は

、両方の部分ビームの一方における光学的遅延素子の使用により導かれる。位相比較器は、レーザビーム間の周波数信号に相応する信号と、光検出器から送出される信号との間の位相差を求める。この位相差からセンサ全体の距離が求められる。

本発明によるセンサの重要な利点は、市販の光ファイバ部品で簡単に合う簡単な構成にある。これによりセンサ全体が著しく小型かつコスト的に有利に構成できる。さらに著しく有利に、発生される光ビームが光ファイバの中だけを実行できる。この構成により自由空間を進行するビームへ作用することある雑音の影響を回避できる。

前述の利点は本発明のセンサの別の実施例に対しても同様に当てはまる。

本発明による回転運動に対する光学的センサはファイバージャイロスコープとして各種の使用に適する。特に述べているのはこのセンサは、例えば車輪において運転用施設装置の調整のための回転レートセンサとして著している。一体化された光学遅延の部材を有する構成ならびに機械的に可動な構成を用いることのないコンパクトな構成が、本発明による光学的センサを、部分的には乱暴な周囲条件にさらされることのあるあらゆる種類の機器の車輪の中に組み込むために適している。

本発明のセンサの第2の実施例においては、第1の

、光検出器から送出される信号と、基準光検出器から送出される信号との間の位相差を求める。

この実施例の利点は、両方の光検出器から連続的に信号が取り出せて、その位相差を位相比較器により決められる点にある。レーザの間欠的な作動は行なわれない。

本発明による光学的センサの有利な変形形態および改善は従来形式の請求の範囲に示されている。

全体の光学的構成は有利に光ファイバ一箇所で実装できる。そのため周囲の影響による雑音の光学的影響が実質的に回避できる。さらにこの構成によりセンサの構造が低い範囲において任意に設定可能となる。

両方の出力結合される部分ビームを重畳するために第3のビームカブラーが有利に用いられる。そのため両方の部分ビームの重畳により直接、光検出器において必要とされることのある調整作業は省略される。この第3の実施例において同じ理由により、両方の基準ビームを重畳する第4のカブラーの使用は有利である。

レーザの投入接続されている時間と遮断されている時間を著しく設定することにより、著しく低い測定遅延が得られる。

本発明による回転運動に対する光学的センサの別の有利な変形形態および改善が、以下の説明と図の従来形式の請求項により示されている。

図面

第1図は回転運動のための本発明による光学的センサの実施例、第2図および第3図は、光ビームの周波数を時間に対して示したダイナグラム図を示す。第4図は回転運動に対する本発明による光学的センサの別の実施例を示す。第5図は、その上側部分にレーザの投入検出待機時間と停止時間との間隔を示し、その下側部分に光ビームの周波数と時間との関係を示す。第6図は回転運動に対する本発明による別の実施例を示す。

第1図はレーザビーム110を示す。レーザビーム110はこのビームを手戻り12へ返出する。この手戻りはこのビーム111を第1の部分ビーム113と第2の部分ビーム114へ分割する。

第1の部分ビーム113は光学的遅延素子115を介して第1のカプラ116へ送る。この第1のカプラ116は第1の部分ビーム113は、リング状の光ファイバ117の中へ入力結合されるべき第1のビーム113'として出てゆく。経路117を通過した後は第1の部分ビーム113'は、第1の出力結合されるべきビーム113''として第2のカプラ118へ導かれる。このカプラ118をビーム113''は、第1の出力結合されたビーム113'''として出てゆく。第1の出力結合されたビーム113'''は第3のカプラ119を通過した後に出力ビーム20として光検出器21へ送る。

第3図は、第1の入力結合されるべきビーム113'および第2の入力結合されるべき114'が有する周波数40と時間41との間の周波数図を示す。第1の入力結合曲線経過42は第2の入力結合されるべきビーム114'の周波数経過に相対し、曲線経過43は第1の入力結合されるべきビーム113'の周波数経過に相対する。曲線経過42、43は時間間隔44だけ互いにずれており、そのため周波数のずれ45を有する。第3図に示されている時間間隔46は、第2図に示されている間隔33に相対する。

第1図に示されている、回転運動用の光学的センサの動作を、第2図および第3図に示されている間隔間隔を用いて説明する。

本発明による回転運動のための光学的センサはリング状の光ファイバ117の回転レートを測定する、したがってセンサ全体の、両方の検出方向28のうちの一つへの回転レートを測定する。基準角度からの角度位置の絶対値ならびに角加速度または角の特性値は回転レートから導出される。基準17における光ビームの進行時刻の変化—これは検出運動にもとづいて進行路伸長の結果として現われる—が利用される。装置17の例えば時計方向への回転の際に実効的な進行路は、即ち装置17において入力結合されるべきビーム113'により経過されるべき進行路は、短縮される。他方、同時に、入力結合されるべきビーム114'の

第2の部分ビーム114は第2のカプラ118を通過後に第2の、リング状の光ファイバ117の中へ入力結合されるべきビーム114'になる。第2の入力結合されるべきビーム114'は、第1の入力結合されるべきビーム113'とは異なり、装置117の逆の方向へ入力結合される。入力結合されるべき第2のビーム114'は通過後に装置117の出力結合されるべきビーム114''として出てゆく。第1のカプラ116へ通する。第1のカプラ116は第2の出力結合されるべきビーム114''として第3のカプラ119へ導かれる。第3のカプラ119は第3の出力結合されるべきビーム113'''として出力ビーム20となるように重畳する。

レーザ110は変調器22により変調信号23で制御される。さらに変調器22は、変調信号23に相対する信号24を位相比較器25へ送る。位相比較器へさらに先述後に装置117の出力信号25が導かれる。位相比較器25の出力側27から、センサの回転レートに対する尺度である信号が取り出される。センサの巡回は、第1図には図示されていない中心点に関する。両方の巡回方向は数字28で記入されている。

図2は、レーザ110から送られるビーム111の周波数30と時間31との間の周波数図を示す。変調信号23により導かれて与えられている最大周波数32は時間間隔33の以内で生ずる。

進行路は伸長される。両方の出力結合されたビーム113'、114'の重畳後に、合成ビームはゼロと最大値との間で変化する。光検出器21から送られる出力信号26のレベルの絶対値を評価しなければならなくなる。そのため、入力結合されるべきビーム113'、114'が所定の周波数差を有する場合のヘテロダイン測定法が用いられる。この手段により次のことが達成される。即ち装置117の停止の際も光検出器21に、ヘテロダイン周波数に相対する周波数差を有する出力信号26が得られる。この場合、回転レートを測定する目的で、この出力信号26と変調信号23に相対する信号24との間の位相差が、位相比較器25において評価される。

変調器22から送られる変調信号23は、レーザ110から送られるビーム111の周波数を変調する。レーザ110は例えば電流により変調可能な半導体経路である。時間41に依存する、ビーム111の周波数経過は第2図に示されている。周波数の変調の幅は、時間間隔33—変調周期に相対する—の間に生ずる最大周波数差32に相対する。前もって与えられるべき周波数差32は、第1の部分ビーム113のビーム路の中にまたは第2の部分ビーム114のビーム路の中に設けられている光学的遅延素子115に関連づけて定められる。遅延時間素子115は光ファイバ117内で例えば光学約定回路として実装されている。位相器115は、第

3図に示されている部分ビーム13、13'、13''、13'''、14、14'、14''、14'''の間の周縁軌道移動を生ぜさせる。時間間隔44は、迂回路15における光学的ビームの進行時間に相当する。各々の時間において与えられている、生ずる周縁軌道数は第3図に周縁軌道数45により記入されている。間隔44は間隔33、46に比較して、湾曲して長く記入されている。間隔44は例えばナノ秒の範囲にあり、これはメー範囲における迂回路15に相当する。軌力、間隔33、46は例えばミリ秒の範囲にある。周縁軌道数45は、最大の空間周縁軌道数26を時間間隔33、46で除算しさらに迂回路15の進行時間を乗算することにより得られる。周縁軌道数45は例えばKH+範囲またはMH+範囲における。

経路17の集束は出力信号26の位相の変化を生ぜさせる。出力信号26の位相と、周縁軌道の位相との比較により回転レートが決定できる。基準信号は空間数22から導出される。空間数は、空間数23に相当する信号24を送出する。この信号24は例えば、時間間隔33、46に相当する周期を有する。空間数23に相当する信号24は、経路17の停止の時は出力信号26に対して固定の位相関係を有する。信号24、26の位相の直線の比較は一般的にはできない。比較器25は、理論的にまたは経験的に定められる所定の補正係数を用いて、差を求める。その出力側2

7に信号が送出される。この信号はリング状の光ファイバー装置17の回転レートに対する、したがってセンサ全体の回転レートに対する尺度である。

第4図は回転運動のための本発明による光学的センサの別の実施例を示す。第1図に示された部分と一致する部分は、第1図と同じ参照数字を有する。第4図に示されているセンサの重要な特徴と第1図に示されているセンサの特徴との第1の重要な相違点は、レーザ10が連続的なビームを送出ししない点にある。そのためレーザ10から送出されるビームは第4図に参照数字50で示されている。ビーム50は第1のおよび第2の部分ビーム51、52へ分割される。第1の部分ビーム51は迂回路15および第1のカプラー16を通過後に、入力結合されるべきビーム51'として装置17の中へ通ずる。第2の部分ビーム52はカプラー18を通過後に、第2の入力結合されるべきビーム52'となる。両方の入力結合されるべきビーム51'、52'は互いに逆方向に装置17の中を進行する。第1の入力結合されるべきビーム51'は装置17を通過後に第1の出力結合されるべきビーム51''として第2のカプラー18へ導びかれる。第2の出力結合されるべきビーム52'は装置17を通過後に、第2の入力結合されるべきビーム52''として第1のカプラー18へ導びかれる。

両方のカプラー16、18の間に光学的な経路55

3が設けられている。第1のカプラー16は第1の部分ビーム51の一部を第1の基準ビーム51''として出力結合する。この第1の基準ビームは第2のカプラー18へ導びかれる。第2のカプラー18は第2の部分ビーム52から一部を第2の基準ビーム52''として出力結合し、これを第1のカプラー16へ導びく。第1のカプラー16から第1のビーム51'が出力結合され、第2のカプラー18から第2のビーム52'が出力結合される。出力結合されたビーム51'、52'は、時間順序においてそれぞれ第1の出力結合されたビーム51''と第2の出力結合されたビーム52''に、ならびに第1の基準ビーム51''と第2の基準ビーム52''に相当する、時間的な間隔を依り第5図に示された間数関係を用いて説明する。レーザ10のビーム50は空間数54により、投入後最も速くも遅くも周縁軌道数55に等しく、空間数54は空間数55により導出される。空間数はもう1つの制御信号56を位相比較器57へ送出する。位相比較器57は制御信号56に依存して、時間順序において変化する出力信号58—これは光検出器21において測られる—の間の位相関係を求める。

第5図の上側部分にレーザ10の作動時間59と作動停止60との間の間数関係が時間61に依存して示されている。第5図の下側部分に、レーザ10から送出されたビーム50の周縁軌道数62と時間との関係が記

入されている。第5図の上側および下側部分は同じ時間間隔にもとづく。最大の周縁軌道数65が記入されており、その値は第2図に示されている周縁軌道数32に相当させることができる。周縁軌道数は、レーザ10の作動時間59に相当する第1の時間間隔53の間にに行なわれる。第1の時間間隔53の後に存在する、周縁軌道数の別の経過は間隔とはならない、何故ならばこれに続く時間間隔64においてはレーザ10の作動停止60が存在するのである。

第4図に示されたセンサを第5図に示された間数関係と関連づけて説明する。

装置55は空間数54をレーザ10へ送出する。この空間数はレーザを、作動停止60が後続する作動時間59の間、投入後結する。作動時間の途中、空間数54を介して、レーザ10から送出されたビーム50の周縁軌道数は変化する。この場合、最大の周縁軌道数65は、光検出器21において所定のヘテロダイン周縁軌道数を算出する目的で、迂回路15と関連づけて設定される。第5図の下側部分に示された、少なくとも近似的に直線的な、周縁軌道62の上昇は、この時間中に一定のヘテロダイン周縁軌道を光検出器21に生ぜさせる。直線的な上昇ではなく、任意の別の経過を前もって与えることも可能であり、この場合はヘテロダイン周縁軌道が時間的に変化する。第1の時間間隔63は第2図に示されている間隔33に比較して著しく短かい

。第1の時間間隔63は好適に次のように設定されている。即ち第1の間隔63の間に、出力結合されるべきビーム51'、52'がリング状の光ファイバ装置17の中のその程度の速度で移動してまだ進まないように、設定されている。第1の時間間隔63は、リング状の光ファイバ装置17のために数ミリメートルが設けられている時は、例えばマイクロ秒範囲におかれる。しかし、第1の時間間隔63の間に、即ち、間隔63を介して導かれた基準ビーム51'、52'が、出力結合されたビーム51'、52'として光検出器21に到達する。出力結合されたビーム51'、52'は、光検出器21においてまたは第3のカプラー19において重畳される。光検出器21により第1の時間間隔63の間に送出される信号58—これはヘテロダイン周波数を有する—は位相比較器57においてその位相に関して評価される。第1の時間間隔63の間に信号58の位相は、続いて第2の時間間隔64において光検出器21から送出された信号58と比較される。この信号は、出力結合されるべきビーム51'、52'により生ずる。このビームは、装置17を通過後にその距離に、第1の時間間隔63が持続する限り供給される。出力結合されるべき信号51'、52'は、出力結合された信号51'、52'として第3のカプラー19において重畳されて光検出器21へ導かれる。第2の間隔64の間に

の基準ビーム13"が出力結合され、第2のカプラー18により第2の部分ビーム14から第2の基準ビーム14"が出力結合される。両方の基準ビーム13'、14'は第4のカプラー71において重畳されて、基準信号70を送出する第2の光検出器72へ導かれる。レーザ10のビーム11の周波数変動のために、実測器22から送出される実測信号23が形成される。この信号はビーム11を監視させる。その時間経過は第2図に示されている経過に照応する。実測器22は実測信号23のほかには別の信号は形成する必要はない。位相比較器25は別の制御信号を用いず、光検出器21から送出される信号26から、および別の光検出器72から送出される基準信号から位相差を求めて、戻り速度を測る尺度として出力側27に送出する。

第6図に示された第4のカプラー71は基本的な作用のためには必要とされない。第4のカプラーは省略することもできる。この場合、両方の基準ビーム13'、14'は直接、別の光検出器72において重畳される。

全部の実施例に共通な点は、種々異なる光学的ビームが完全に光ファイバの中へ導かれることである。レーザから送出されたビーム11、50を分割する手段12として、例えば第5のカプラー12が設けられている。このカプラーは導波路が、第1のおよび第2

光検出器21から送出された信号の位相の差の検出から、第1の間隔63において送出される信号により、回転レートが定められて位相比較器57の出力側27に準備処理される。第2の時間間隔64—その長さは好適に時間間隔63に等しく測定される—の経過中に再び第1の時間間隔63が後続する。この構成により最大の測定速度が中断なく降られる。

第1図および第4図に示された本発明によるセンサの実施例において、光学的導波路15を、出力結合されたビーム13'、14'（第1図）の1つの中に、または出力結合されたビーム51'、52'（第4図）の中に配置できる。この構成により、光ファイバ装置17におけるビームが各々の時点において同じ周波数を有することが達成される。そのため異なる周波数の場合に異なるように作用する位相検出者は補償される。

第6図に図示運動用の本発明によるセンサのもう1つの実施例が示されている。第1図に示されている部分と一致する同じ部分には、第1図におけるのと同じ参照信号が与えられている。第6図に示されたセンサは、構成および機能において、第1図に示されたセンサに実質的に照応する。基本的な相違は、比較信号70—これと光検出器21の出力信号26が比較される—が光学的装置から得られる点にある。この目的で第1のカプラー15により第1の部分ビーム13'から第1

のカプラー15、18に、および必要に応じて設けられている第3および第4のカプラー19、71に相応する。カプラー12、18、19、71は例えばそれぞれ2つの光子を有する。この場合、結合はビームの方向に依存することなく行なわれる。

